

# ANALISIS TINGKAT EFEKTIVITAS MESIN *CUTTING* PADA PABRIK PIPA MENGGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) DENGAN PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM)

## THE EFFECTIVENESS ANALYSIS OF CUTTING MACHINE ON PIPE FACTORY USING METHOD *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) WITH APPLICATION OF *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM)

Muhammad Irfan Syahputra Hadiyat<sup>1</sup>, Endang Budiasih<sup>2</sup>, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

<sup>1</sup>[irfansyahputrahadiyat@gmail.com](mailto:irfansyahputrahadiyat@gmail.com), <sup>2</sup>[endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id](mailto:endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[franstatas@telkomuniversity.ac.id](mailto:franstatas@telkomuniversity.ac.id)

### Abstrak

PT XYZ merupakan salah satu industri manufaktur yang fokus memproduksi Pipa Baja dan Pipa Beton. Salah satu mesin yang digunakan pada lini produksi Pipa Baja adalah Mesin *Cutting* dengan frekuensi *downtime* terbanyak. Untuk mengatasi masalah tersebut, *Total Productive Maintenance* (TPM) merupakan metode yang relevan untuk diterapkan. Sebelum dilakukannya penerapan metode TPM, perlu dilakukannya analisis kondisi eksisting Mesin *Cutting* dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang digunakan sebagai indikator tingkat efektivitas mesin. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode OEE diperoleh nilai sebesar 46,77% yang berarti nilai OEE pada Mesin *Cutting* belum mencapai nilai *Standard World Class* yaitu sebesar 85%. Faktor utama yang paling mempengaruhi rendahnya nilai OEE adalah *Reduced Speed Loss* dengan persentase kerugian sebesar 75,43% yang diperoleh dari perhitungan *Six Big Losses*. Penyebab kerugian tersebut dapat diidentifikasi menggunakan diagram *fishbone* pada faktor *Reduced Speed Loss* dengan mempertimbangkan empat faktor yaitu *man*, *spare part*, *method* dan *machine*. Setelah diketahui penyebab kerusakannya maka dapat dilakukan upaya penerapan *Total Productive Maintenance* untuk meningkatkan efektivitas Mesin *Cutting* dan mengurangi kerugian-kerugian yang terjadi pada mesin tersebut dengan melakukan empat tahap yaitu *preparation*, *introduction*, *implementation* dan *consolidation & sustaining*.

**Kata Kunci:** *Downtime*, *Total Productive Maintenance* (TPM), *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Six Big Losses*, *Diagram Fishbone*.

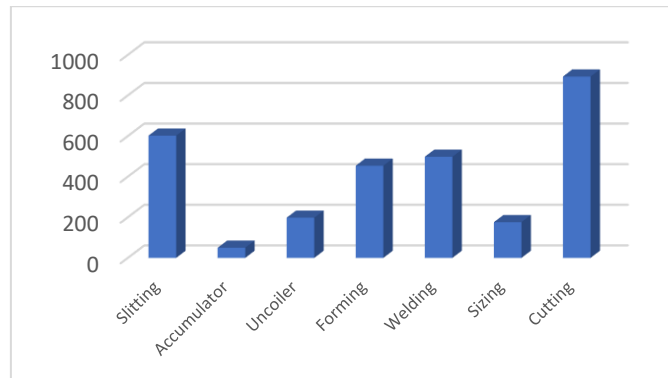
### Abstract

PT XYZ is one of the manufacturing industries that focuses on producing Steel Pipes and Concrete Pipes. One of the machines used in the Steel Pipe production line is a Cutting Machine with the highest frequency of downtime. To overcome this problem, *Total Productive Maintenance* (TPM) is a relevant method to be applied. Prior to the implementation of the TPM method, it was necessary to analyze the existing conditions of Cutting Machines using the *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) method which is used as an indicator of the level of machine effectiveness. Based on the calculation results using the OEE method obtained a value of 46.77%, which means that the OEE value on Cutting Machines has not reached the *Standard World Class* value of 85%. The main factor that most influences the low value of OEE is *Reduced Speed Loss* with a loss percentage of 75.43% obtained from the calculation of *Six Big Losses*. The causes of these losses can be identified using fishbone diagram on *Reduced Speed Loss* factors by considering four factors, namely *man*, *spare parts*, *method* and *machine*. After knowing the cause of the damage, efforts can be made to implement *Total Productive Maintenance* to improve the effectiveness of the Cutting Machine and reduce the losses that occur on the machine by carrying out four stages, namely *preparation*, *introduction*, *implementation* and *consolidation & sustaining*.

**Keywords :** *Downtime*, *Total Productive Maintenance* (TPM), *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Six Big Losses*, *Fishbone Diagram*.

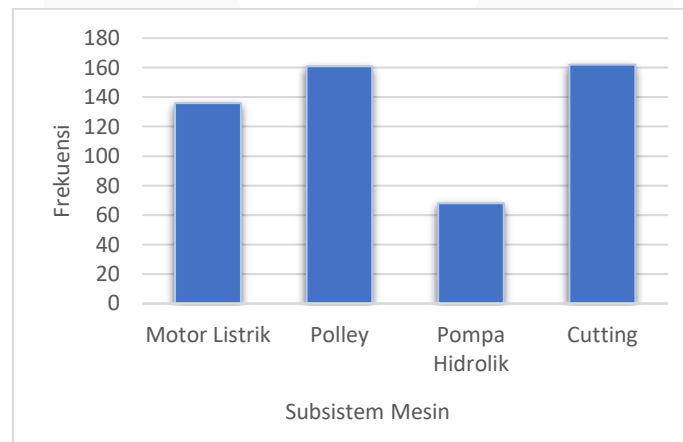
## 1. Pendahuluan

PT XYZ merupakan salah satu industri manufaktur yang memproduksi Pipa Baja dan Pipa Beton siap pakai yang biasa digunakan untuk industri konstruksi, kelistrikan, pertambangan, telekomunikasi dan perhubungan. Dalam penelitian ini penulis melakukan penelitian pada Mesin *Cutting* di lini produksi Pipa Baja. Pada lini produksi Pipa Baja, terdapat tujuh mesin yang digunakan dalam berproduksi yaitu mesin *slitting*, mesin *uncoiler*, mesin *accumulator*, mesin *forming*, mesin *welding*, mesin *sizing* dan mesin *cutting*. Berikut merupakan data jumlah kerusakan mesin pada lini produksi pipa baja.



Gambar 1. Jumlah Kerusakan Mesin Lini Produksi Pipa Baja Tahun 2017

Berdasarkan diagram pada Gambar 1 mesin *cutting* memiliki frekuensi *downtime* paling tinggi yaitu sebesar 893 kali kerusakan. Data tersebut diperoleh dari hasil pengumpulan data lini produksi pipa baja tahun 2017. Mesin *cutting* ini sendiri terdiri dari empat subsistem yaitu motor listrik, polley, pompa hidrolik dan cutting. Empat subsistem tersebut memiliki fungsi yang berbeda dalam proses produksinya yang tentunya memiliki tujuan yang sama yaitu memotong pipa baja. Berikut merupakan data jumlah kerusakan subsistem mesin *cutting* pada lini produksi pipa baja.



Gambar 2. Jumlah Kerusakan Downtime Subsistem Mesin Cutting Tahun 2017

Berdasarkan diagram pada Gambar 2 subsistem *polley* dan *cutting* memiliki jumlah kerusakan yang hampir sama yaitu sebesar 161 pada subsistem *polley* dan 162 pada subsistem *cutting*. Maka dari itu peneliti memilih subsistem *cutting* untuk dijadikan sebagai objek penelitian. Salah satu metode yang dapat mengurangi jumlah kerusakan pada mesin *cutting* tersebut adalah metode *Total Productive Maintenance* (TPM) yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas mesin dengan mengevaluasi kerusakan dari berbagai aspek. Selain TPM itu sendiri, dibutuhkan metode pendukung yang digunakan sebagai indikator efektivitas mesin menggunakan data yang diperoleh yaitu metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Setelah dilakukan perhitungan OEE, dilanjutkan dengan perhitungan faktor *Six Big Losses* untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh dalam besar atau kecilnya nilai OEE. Faktor yang paling berpengaruh tersebut akan dianalisis lebih lanjut menggunakan diagram *fishbone* untuk mengetahui penyebab utama besar atau kecilnya nilai OEE. Selanjutnya penulis memberikan usulan berupa penerapan *Total Productive Maintenance* dengan melakukan empat tahap yaitu *preparation*, *introduction*, *implementation* dan *consolidation & sustaining* terhadap lini produksi pipa baja.

## 2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

### 2.1 Total Productive Maintenance (TPM)

*Total Productive Maintenance* (TPM) adalah metode yang bertujuan untuk memaksimalkan efisiensi penggunaan peralatan, dan memantapkan sistem perawatan preventif yang dirancang untuk keseluruhan peralatan dengan mengimplementasikan suatu aturan dan memberikan motivasi kepada seluruh bagian yang berada dalam suatu perusahaan tersebut, melalui peningkatan komponen isipasi dari seluruh anggota yang terlibat mulai dari manajemen puncak sampai kepada level terendah [1]. TPM terdiri dari delapan bagian yang biasa disebut pilar [2]. Setiap pilar memiliki peran yang berbeda-beda namun mereka juga memiliki area saling tumpang tindih. Pilar-pilar tersebut yaitu *Initial Phase Management*, *Health and Safety*, *Education and Training*, *Autonomous Maintenance*, *Planned Maintenance*, *Quality Maintenance*, *Focus Improvement* dan *Support System* [3].

### 2.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan alat pengukuran efektivitas alat/mesin dengan mempertimbangkan poin-poin penting didalamnya [4]. Poin-poin tersebut terdiri dari tiga yaitu *Availability*, *Performance* dan *Quality* [5]. Rumus untuk menghitung OEE adalah:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \quad (1)$$

- a. *Availability* adalah ketersediaan waktu mesin dalam beroperasi [6]. Rumus perhitungan untuk *availability* adalah:

$$Availability = (Operation\ time / Loading\ time) \times 100\% \\ = ((Loading\ time - Downtime) / Loading\ Time) \times 100\% \quad (2)$$

- b. *Performance efficiency* adalah tingkat efisiensi mesin dalam beroperasi [7]. Rumus perhitungan untuk *performance efficiency* adalah:

$$Performance\ Efficiency = ((Processed\ Amount \times Theoretical\ Cycle\ Time) / Operating\ Time) \times 100\% \quad (3)$$

- c. *Rate of Quality Product* adalah tingkat kesempurnaan produk yang telah diproduksi [8]. Rumus perhitungan untuk *Rate of Quality Product* adalah:

$$Quality\ Product = ((Processed\ Amount - Number\ of\ Defect) / Processed\ Amount) \times 100\% \quad (4)$$

### 2.3 Six Big Losses

- a. *Equipment Failure* (Kerugian karena kerusakan alat/mesin)

$$Equipment\ Failure\ Losses = (Total\ Breakdown\ Time / Loading\ Time) \times 100\% \quad (5)$$

- b. *Set-up and Adjustment* (Kerugian karena pemasangan alat/mesin)

$$Setup\ and\ Adjustment\ Losses = (Total\ Set\ Up\ and\ Adjustment\ Time / Loading\ Time) \times 100\% \quad (6)$$

- c. *Idling and Minor Stoppages* (Kerugian karena alat/mesin berhenti sesaat)

$$Idling\ and\ Minor\ Stoppages = (Non\ Productive\ Time / Loading\ Time) \times 100\% \quad (7)$$

- d. *Reduced Speed* (Kerugian karena penurunan kecepatan pada alat/mesin)

$$Reduced\ Speed = ((Operating\ Time - (Theoretical\ Cycle\ Time \times Processed\ Amount)) / Loading\ Time) \times 100\% \quad (8)$$

- e. *Process Defect* (Kerugian karena produk yang dihasilkan tidak sempurna)

$$Process\ defect = ((Theoretical\ Cycle\ Time \times Rework) / Loading\ Time) \times 100\% \quad (9)$$

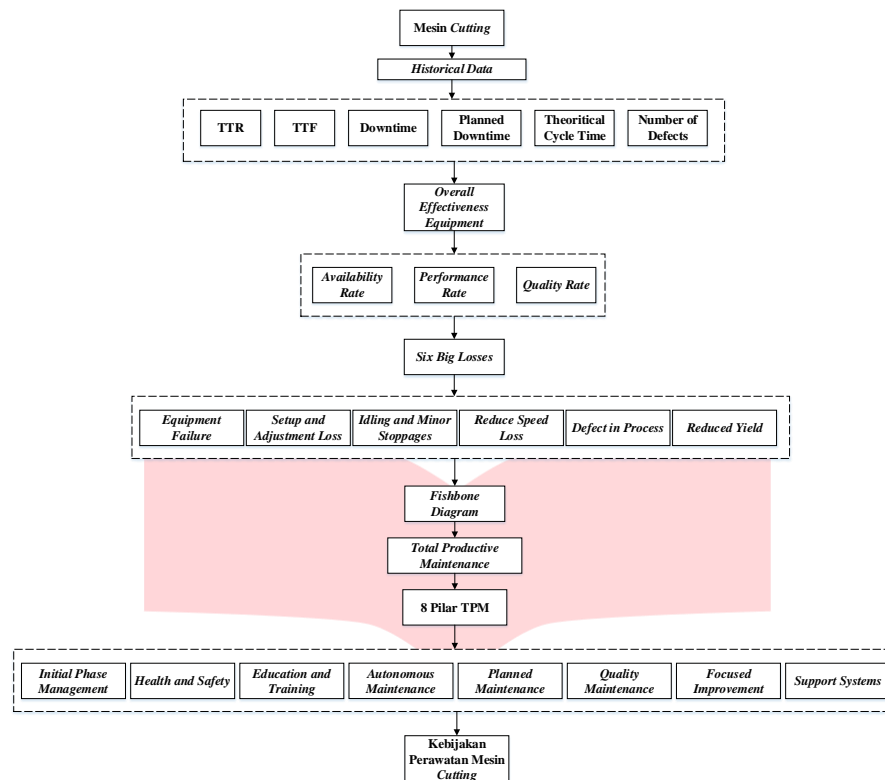
- f. *Reduced Yield Losses* (Kerugian pada awal waktu produksi hingga mencapai waktu produksi yang stabil)

$$Reduced\ Yield = ((Theoretical\ Cycle\ Time \times Scrap) / Loading\ Time) \times 100\% \quad (10)$$

### 2.4 Fishbone Diagram

Diagram sebab-akibat (*Fishbone Diagram*) adalah sebuah gambar yang terdiri dari garis dan simbol yang dirancang untuk menunjukkan hubungan antara dampak dan penyebabnya [9]. *Fishbone Diagram* berfungsi untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan dan untuk mengetahui tindakan yang tepat dalam memperbaiki penyebab kerusakan tersebut [10].

## 2.5 Model Konseptual



Gambar 3. Model Konseptual

Berdasarkan model konseptual pada Gambar 3, data yang dibutuhkan adalah *Historical Data* pada *Mesin Cutting* yang terdiri dari *Time To Repair*, *Time To Failure*, *Planned Downtime*, *Theoretical Cycle Time* dan *Number of Defects*. Data tersebut akan diolah dengan didapatkannya kondisi eksisting mesin *Cutting* yang digunakan untuk mencari nilai OEE dan kerugian sesuai teori *Six Big Losses*. Kemudian akan dijadikan *input* untuk mencari penyebab utama kerusakan menggunakan *fishbone diagram*. Setelah didapatkan penyebabnya, maka dilakukan kebijakan perawatan berdasarkan penerapan *Total Productive Maintenance* dengan kedelapan pilarnya.

## 3. Pembahasan

### 3.1 Perhitungan OEE Mesin Cutting Tahun 2017

Untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin *cutting*, maka dilakukan perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* dengan menggunakan tiga faktor yaitu *availability*, *performance efficiency* dan *rate of quality*.

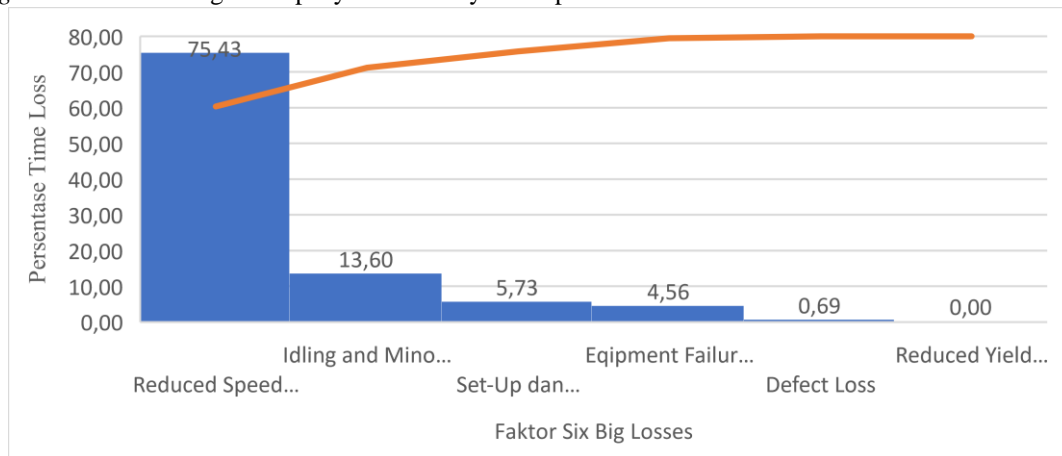
Tabel 1. Perbandingan Hasil Perhitungan OEE Mesin Cutting dengan OEE World Class Standard

Faktor OEE	Hasil	World Class Standard
Availability	92,623%	90%
Performance Efficiency	50,954%	95%
Rate of Quality	99,099%	99%
OEE	45,586%	85%

Berdasarkan Tabel 1, perhitungan OEE Mesin *Cutting* dipengaruhi oleh 3 faktor, yaitu *availability*, *performance efficiency* dan *rate of quality*. Nilai yang diperoleh faktor *availability* sebesar 92,623%, faktor *performance efficiency* sebesar 50,954% dan faktor *rate of quality* sebesar 99,099% dengan total nilai OEE sebesar 45,586%. Kecilnya nilai OEE tersebut dikarenakan oleh salah satu faktor yang tidak melampaui nilai *OEE world class standard* yaitu faktor *performance efficiency*.

### 3.2 Perhitungan Faktor Six Big Losses Mesin Cutting Tahun 2017

Setelah diketahui faktor yang mempengaruhi kecilnya nilai OEE, maka dilakukan analisis menggunakan faktor *Six Big Losses* untuk mengetahui penyebab kecilnya nilai pada faktor tersebut.

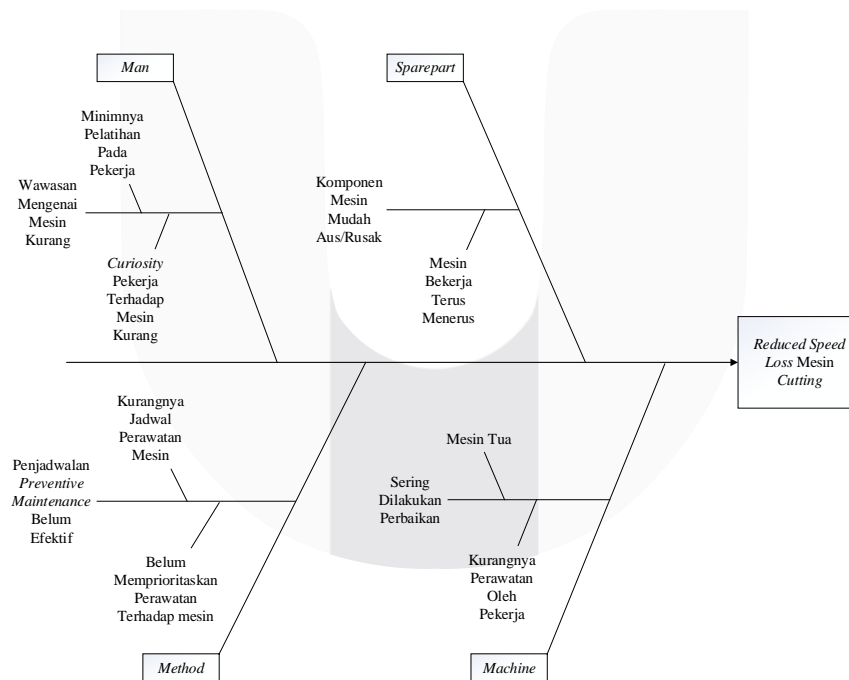


Gambar 4. Persentase Perhitungan *Six Big Losses*

Berdasarkan Gambar 4, faktor yang paling mempengaruhi kecilnya nilai OEE mesin *Cutting* tahun 2017 adalah *Reduced Speed Loss* dengan total persentase kerugian sebesar 75,43%.

### 3.3 Analisis Fishbone Diagram

Setelah diketahui faktor yang paling dominan, maka dilakukan analisis sebab akibat menggunakan diagram *fishbone*.



Gambar 5. Fishbone Diagram Mesin Cutting 2017

Berdasarkan Gambar 5, penyebab kerugian pada faktor *reduced speed loss* dibagi menjadi empat yaitu *man*, *method*, *spare part* dan *machine*. Keempat faktor tersebut diidentifikasi sesuai kondisi eksisting pada mesin *cutting* di PT XYZ.

### 3.4 Usulan Penyelesaian Masalah *Six Big Losses*

Setelah diketahui sebab akibat yang terdapat pada analisis *fishbone* diagram, maka diberikan usulan berupa penyelesaian pada setiap faktor yang ada. Berikut merupakan tabel usulan penyelesaian masalah *fishbone* diagram.

Tabel 2. Usulan Penyelesaian Masalah Fishbone Diagram

No.	Faktor Penyebab	Penyelesaian Masalah
1.	<p><i>Man</i></p> <p>Kurangnya wawasan pekerja mengenai mesin</p>	<p>a. Memberikan pelatihan pada pekerja mengenai <i>autonomous maintenance</i> dalam upaya merawat mesin secara mandiri seperti membersihkan dan mengecek setiap komponen mesin agar mesin dapat berjalan dengan lancar.</p> <p>b. Memberikan kuis berkala terhadap seluruh pekerja dengan tujuan mengukur pengetahuan dan kemampuan pekerja dalam merawat mesin.</p>
2.	<p><i>Method</i></p> <p>Penjadwalan <i>Preventive Maintenance</i> belum efektif</p>	<p>a. Membuat jadwal preventive maintenance yang tepat untuk mesin.</p> <p>b. Melakukan pencatatan setiap kerusakan mesin secara <i>detail</i> agar dapat dianalisis di kemudian hari mengenai seberapa besar efektivitas mesin yang dimiliki saat itu.</p>
3.	<p><i>Sparepart</i></p> <p>Komponen mesin mudah aus atau rusak</p>	<p>a. Mempertimbangkan penggunaan <i>sparepart</i> paling unggul untuk mencegah sering terjadinya kerusakan.</p>
4.	<p><i>Machine</i></p> <p>Sering dilakukan perbaikan</p>	<p>a. Melakukan analisis terhadap umur mesin.</p> <p>b. Melakukan analisis terhadap masalah utama yang dialami mesin.</p>



### 3.5 Usulan Implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM)

Berdasarkan permasalahan yang ada, usulan implementasi TPM ini dilakukan untuk tercapainya nilai OEE *world class standard* yaitu 85%. Pada proses implementasinya, TPM dapat dilakukan dengan 4 tahapan sebagai berikut:

Tabel 3. Tahap Implementasi TPM

Tahapan	Langkah-Langkah
<i>Preparation</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Top Management mengumumkan keputusan mengenai rencana implementasi TPM</li> <li>2. Top Management mengadakan training untuk seluruh pekerja pada Departemen Pipa Baja mengenai TPM</li> <li>3. Top Management membuat organisasi khusus untuk implementasi TPM</li> <li>4. Top Management menetapkan kebijakan dan sasaran dasar TPM</li> <li>5. Membuat konsep rencana induk untuk mengimplementasikan TPM</li> </ol>
<i>Introduction</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Top Management mengumumkan rencana yang telah dipersiapkan pada tahap preparation untuk segera diterapkan</li> </ol>
<i>Implementation</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Menerapkan Konsep 5S (Sort, Straighten, Shine, Standardize, Sustain)</li> <li>8. Menerapkan Program Autonomous Maintenance</li> <li>9. Memberikan Program Education &amp; Training</li> <li>10. Menerapkan Program Focused Improvement</li> </ol>
<i>Consolidation &amp; Sustaining</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>11. Mengawas dan mengukur progres implementasi TPM yang sedang dijalankan pada Departemen Pipa Baja</li> </ol>

### 4. Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan Availability, Performance Efficiency dan Rate of Quality di PT. XYZ pada Bulan Februari-Desember 2017 didapatkan nilai Overall Equipment Effectiveness diperoleh sebesar 46,77% yang berarti nilai tersebut belum melampaui angka 85% dan dianggap belum memiliki Overall Equipment Effectiveness World Class Standard.
2. Dengan nilai Overall Equipment Effectiveness yang belum melebihi angka 85% dan dianggap belum memiliki Overall Equipment Effectiveness World Class Standard maka dilakukan perhitungan dan analisis Six Big Losses untuk mengetahui losses atau kerugian-kerugian apa saja yang terjadi pada Mesin Cutting. Dari hasil perhitungan yang dilakukan didapatkan persentase kerugian terbesar terdapat pada faktor Reduced Speed Loss sebesar 75,43% dengan Total Time Loss sebesar 1073,49 jam.

### Daftar Pustaka

- [1] Borris, Steven. (2006). *Total Productive Maintenance*. McGraw-Hill: United States of America
- [2] Kurniawan, Fajar. (2013). *Teknik dan Aplikasi Manajemen Perawatan Industri*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [3] Davis, Roy K. (1995). *Productivity Improvement Through TPM*. Prentice Hall: United Kingdom
- [4] Assauri, Sofjan (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta.
- [5] Jay Heizer, Barry Render. (2005). *Operation Management*. 7<sup>th</sup> ed., Prentice Hall: New Jersey
- [6] Nakajima, S. (1988) *Introduction to TPM Total: Productive Maintenance*. Productivity Press: Cambridge.
- [7] Shirose, K, E. (1996) *TPM-Total Productive Maintenance: New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries*. Tokyo, Japan: Japan Institute of Plant Maintenance.
- [8] Willmott, P. (1994) *Total Productive Maintenance*. England: The Western Way.
- [9] Productivity, I. (1999) *5S for TPM - Supporting and Maintaining Total Productive Maintenance: Participant Guide*. Portland: Productivity Inc.
- [10] Productivity Press Development Team (1996) *5S for Operators: 5 Pillars of the Visual Workplace*. Portland: Productivity Press.
- [11] Vorne Industries, *The Fast Guide to OEE*. United State of America: Vorne Industries, 2008.